ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ

Физический факультет

Лабороторная работа №2

Нормальное распределение случайной величичны.

Практикум выполнил:
Мамонтов
Владислав Эдуардович
Курс 1, группа 1

Преподаватель практикума:
Юлия Владимировна Красникова

14 ноября 2020г.

Содержание

1. Оборудование

1) Миллимитрометр с абсолютной погрешностью $\epsilon = 0,01$ мм .

2) Набор монет одного номинала, но разных годов выпуска.
3) Набор шариков, которые производились как одинаковые.
4) Весы

2. Ход работы

1) Для начала измерим диаметры некоторого количества монеток милиметрометром и занесем результаты в таблицу. С годами монетки могли потерять, возможно, никогда не имевшуюся форму круга, поэтому будем измерять три различных диметра и усреднять его для каждой монетки. Далее измерим толщину каждой монетки тем же милиметрометром. На весах померим массу каждой монетки.
2) Абсолютно аналогичные действия проведем и с шариками, только в виду большего количества степеней свободы деформации формы от идеальной, проведем вмесо трех измерений диаметров - пять.

3. Основные формулы

$$V_s = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{1}{6}\pi d^3 \tag{1}$$

$$V_c = \pi R^2 h = \frac{1}{4}\pi d^2 h \tag{2}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \tag{3}$$

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} = e^{-\frac{1}{2}\left(2\ln\sigma + \ln 2\pi + \left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right)} = e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x^2}{\sigma^2} - 2\frac{\mu x}{\sigma^2} + 2\ln\sigma + \ln 2\pi + \frac{\mu^2}{\sigma^2}\right)} \tag{4}$$

4. Измерения и графики

4.1. Шарики

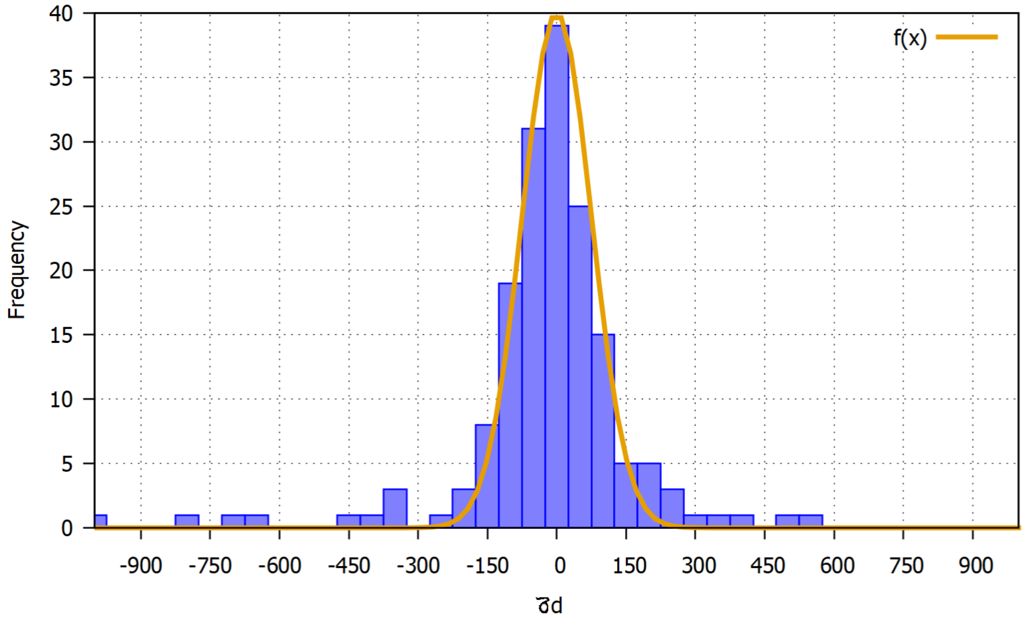

Рис. 1. Гистограмма отклонения от среднего диаметра

Подогнанная кривая:

$$f(x) = 38,9 \cdot e^{-\frac{x^2}{2 \cdot 72,3^2}}$$

Проверим критерий "Нормальности"нашего распределения:

$$\frac{N\Sigma(x_n - x_0)^4}{\Sigma(x_n - x_0)^2} = 3.66$$

число, близкое к 3, следовательно наше распределение можно считать нормальным.
Мы считали отклонение от среднего, следовательно
сумма и среднее всех отклонений равна 0; $\mu = 0 \Rightarrow \sigma = 72.3$мкм - погрешность данной случайной величины;$\epsilon = 10$мкм - приборная погрешность милиметрометра. Это говорит о том, что данный способ нахождения диаметра является достаточно точным, настолько, что погрешностью измерений можно принебречь в сравнении с случайной погрешностью.

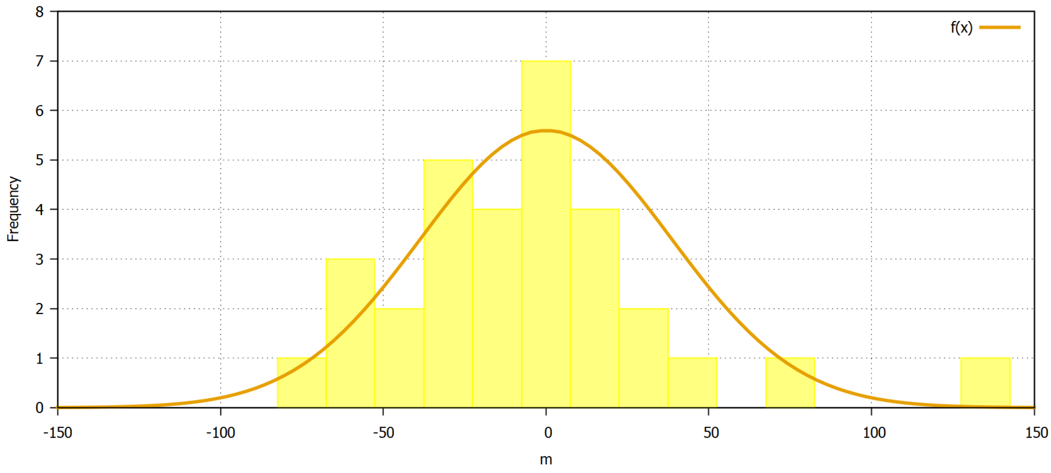

Рис. 2. Гистограмма отклонения от средней массы

$$\frac{N\Sigma(x_n - x_0)^4}{\Sigma(x_n - x_0)^2} = 3.18$$

что можно считать Гауссовым распределением.

$\sigma = 38.15$

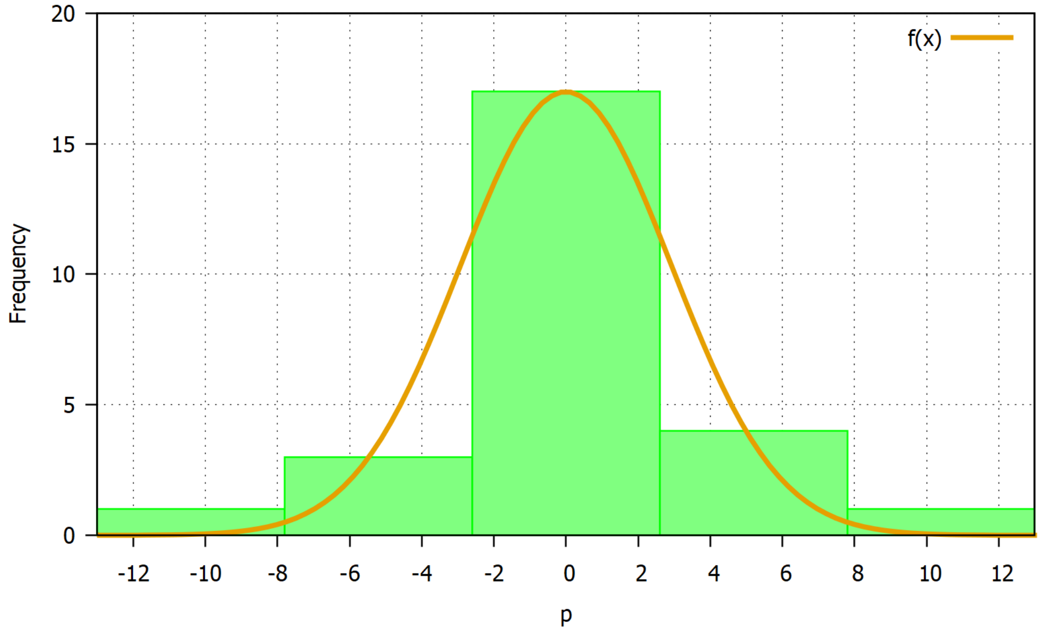

Рис. 3. Гистограмма отклонения от средней плотности

$$\sigma = 2,97; \frac{N\Sigma(x_n - x_0)^4}{\Sigma(x_n - x_0)^2} = 2,5$$

, это уже достаточно сильное отклонение от тройки, но это можно объяснить маленьким количеством измеряемой плотности, но все равно у гистограммы виден характер нормального распределения. Плотность могла изменяться из-за неоднородности вещества, а так же неидеального метода измерения объема.

4.2. Монетки

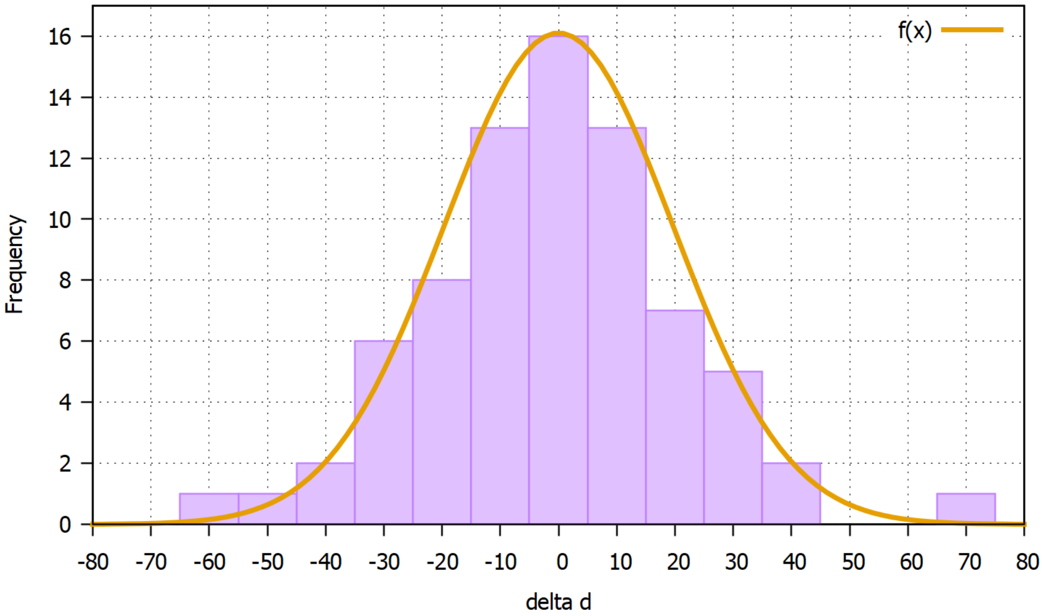

Рис. 4. Гистограмма отклонения от среднего диаметра

$$\frac{N\Sigma(x_n - x_0)^4}{\Sigma(x_n - x_0)^2} = 2,7$$

- нормально для нормального распределения.

$$\sigma = 19,6;$$

График не очень похож на график нормального распределения, но только из-за маленького

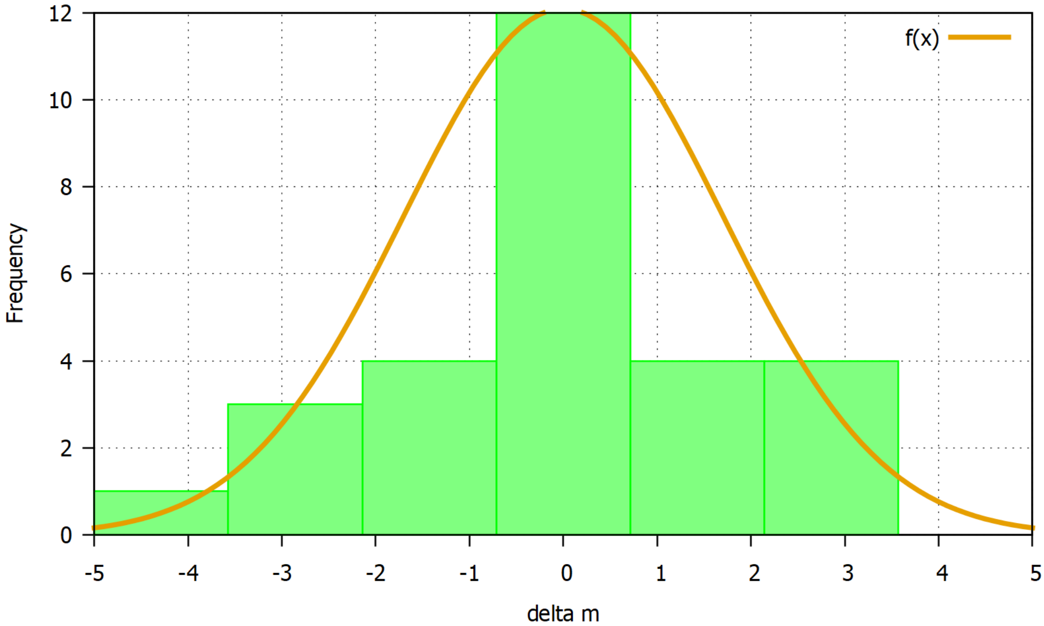

Рис. 5. Гистограмма отклонения от средней массы

количества столбцов в гистограмме, так как монетки делают достаточно точными. Коэффициент проверки распределения подтверждает, что данное распределение можно считать за нормальное.

$$\frac{N\Sigma(x_n - x_0)^4}{\Sigma(x_n - x_0)^2} = 2,97;\ \sigma = 1,7;$$

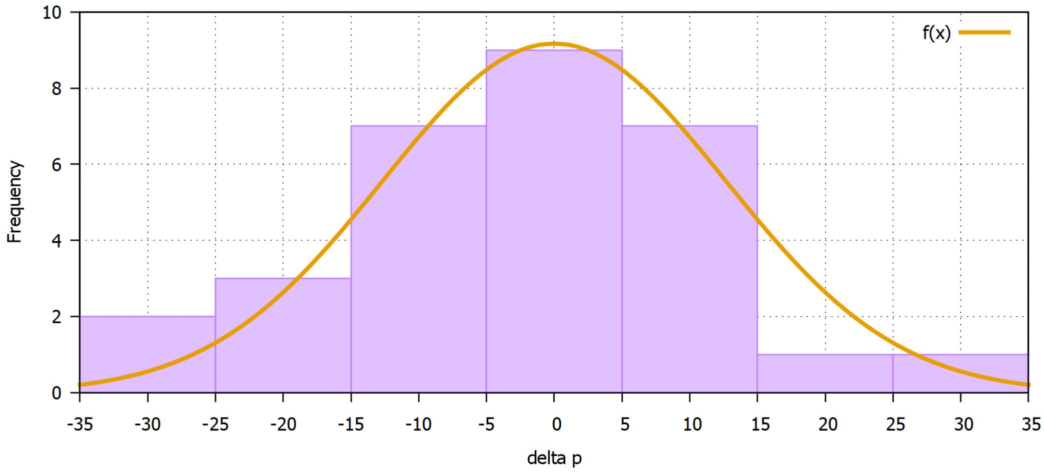

Рис. 6. Гистограмма отклонения от средней плотности

$$\frac{N\Sigma(x_n - x_0)^4}{\Sigma(x_n - x_0)^2} = 2,9;\ \sigma = 12,6;$$

$\rho_a = 0,00769\frac{g}{mm^3} = 7,69 * 10^3 \pm 126\frac{kg}{m^3} = 7690 \pm 120\frac{kg}{m^3}$
Найдем в интернете материал, из которого сделаны монетки 1 коп. Это сталь, с мельхиоровым покрытием. Плотность стали около 7800 $\frac{kg}{m^3}$.

5. Вывод

Хоть мы и измерям величину, которая имеет случайную погрешность, при достаточно большом количестве измерений, мы можем усреднять нашу величину, так как случайная величина подчиняется нормальному распределению, в чем мы убедились и эксперементально. Так же нужно учитывать, что при достоточно точном методе эксперимента, погрешность измряемой величины все равно будет, а посчитать ее можно из Гауссова распределения.